



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DESERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

- 1 Tema: “Análisis comparativo de costos y tiempo para la construcción de un bloque de casas de vivienda social utilizando el método de construcción tradicional y el método de mampostería estructural, caso de estudio Conjunto habitacional Mirador de Santa Rosa”**

AUTOR:

FRANCISCO MARTÍN CALLEJAS MONTERO

DIRECTOR:

ING. JUAN MERIZALDE

QUITO, 2018

Tabla de contenido

CAPITULO 1. Introducción	3
1.1 Resumen	3
1.2 Planteamiento del Problema y delimitación del problema	3
1.3 Objetivos	6
1.4 Objetivo General	6
1.5 Objetivo Especifico	6
1.6 Hipótesis	6
1.7 Metodología	6
CAPITULO 2 . Marco Teórico	7
2.1 Mampostería Estructural	7
2.1 Pórticos de Hormigón armado	11
CAPITULO 3. Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios	14
3.1 Composición de Precios Unitarios y del Presupuesto	14
3.2 Presupuesto y Análisis de Precios Utilizando el método de Mampostería Reforzada	17
3.3 Presupuesto y Análisis de Precios Utilizando el método de Pórticos de Hormigón armado	22
CAPITULO 4- Cronograma de Actividades en la Construcción	28
4.1 Concepto de Cronograma de Actividades en la Construcción y métodos para su desarrollo	28
4.2 Desarrollo del cronograma de actividades para la construcción de un bloque de cuatro viviendas unifamiliares con el método de mampostería estructural	30
4.3 Desarrollo del cronograma de actividades para la construcción de un bloque de cuatro viviendas unifamiliares con el método de pórticos de hormigón armado	31
CAPITULO 5- Comparación de Resultados de Costo y Tiempo	31
5.1 Comparación de resultados de costo-presupuesto	31
5.2 Comparación de resultados de cronograma-tiempo	32
CAPITULO 6- Conclusiones y Recomendaciones	35
CAPITULO 7- Enlaces Externos	36
7.1 Bibliografía	36
7.2 Anexos	36

- **CAPITULO 1 - INTRODUCCIÓN**

- **1.1 Resumen**

El presente documento tiene como objetivo determinar la eficiencia del método constructivo de mampostería estructural frente al método constructivo tradicional con pórticos de hormigón armado en lo que a costos y tiempo se refiere para la construcción de viviendas unifamiliares.

Para determinar que método constructivo es recomendable en una comparación con datos tangibles de un proyecto realizado en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, conjunto habitacional en el cual se utilizó mampostería estructural para su construcción.

Mediante este documento los constructores podrán tomar una decisión informada sobre las ventajas que puede presentar un método constructivo frente a otro, determinadas por un individuo imparcial, información muy importante ya que utilizar un método constructivo u otro puede representar un ahorro significativo en dinero y tiempo para la construcción de viviendas.

En esta investigación se presenta una comparación entre los dos métodos constructivos mediante la realización de un presupuesto y cronograma para una misma construcción con los dos sistemas.

○ 1.2 Planteamiento del Problema y Delimitación del Tema

En el medio de la industria de la construcción ecuatoriana no es común que durante los estudios previos o en la etapa de la pre-factibilidad de un proyecto se evalúe la posibilidad de la utilización de un método constructivo distinto al tradicional, mediante esta investigación invitamos a los constructores a valorar los beneficios que puede presentar un método constructivo frente a otro.

En esta tesis se realiza un análisis comparativo teniendo como variables el tiempo y el costo para el desarrollo de viviendas de interés social, entre el método de construcción tradicional y el de mampostería estructural.

Un análisis de precios unitarios consiste en descomponer cada uno de los rubros del presupuesto en los equipos, materiales, mano de obra y transporte necesarios para cumplir con dicha actividad. Para poder hacerlo es necesario conocer el procedimiento, los implementos necesarios y la mano de obra especializada de cada rubro, así como hacer un estudio de precios y cotizaciones de los materiales que intervienen.

De igual manera es importante tanto para el presupuesto como para el cronograma tener rendimientos lo más ajustados a la realidad posible, ya que si se ocupa un rendimiento muy ambicioso podemos obtener como resultado precios bajos y un cronograma corto, lo que se traducen en complicaciones en el momento de construir, el rendimiento es un dato que puede ser medido en obras similares o a su vez se puede utilizar uno recomendado por la literatura que existe al respecto, como libros de las cámaras de la construcción, tesis universitarias o asociaciones de ingenieros o arquitectos.

El proyecto analizado cuenta con 152 casas de dos plantas en bloques de 4 unidades, las casas tienen un área de 70, 5 m² más un patio trasero para cada una, la superficie total del conjunto habitacional es de 8500 m². (Ver Implantación en Anexo 1)

Teniendo en cuenta que el proyecto de vivienda está dirigido hacia una comunidad compuesta principalmente por familias la casa cuenta con tres dormitorios, un baño completo, un medio baño, un patio posterior de servicios, cocina, comedor, cuarto de lavado y un estacionamiento.

La concepción del proyecto fue brindar todas las comodidades y servicios necesarios para una familia promedio al menor costo posible manteniendo una rentabilidad interesante para los constructores y promotores del mismo, para poder cumplir con las metas del proyecto los involucrados valoraron la utilización de una serie de métodos constructivos analizando aspectos como costo, tiempo, aplicación del sistema en la zona geográfica, aceptación de los potenciales compradores y limitaciones en diseño. Una vez hecho dicho análisis se tomó la decisión de utilizar el método de construcción con mampostería estructural reforzada.

La construcción del proyecto habitacional “Mirador de Santa Rosa” fue llevado a cabo en el año 2014 y su construcción tomo un tiempo de 2 años, además fue galardonado por el Municipio de Ambato en el año 2016 con el Premio al Ornato en la categoría “A”

Conjuntos Habitacionales y viviendas de interés social. Demostrando así que la utilización de sistemas constructivos distintos al tradicional no presentan resultados anti-estéticos necesariamente.

Santa Rosa es la parroquia de mayor extensión del cantón Ambato, declarada como zona agrícola aunque se encuentra en una transformación a zona industrial. En este sector se está construyendo el nuevo parque industrial de la ciudad, esta parroquia es una de las que mayor proyección de crecimiento tiene en la ciudad, industrias importantes del centro del país se están estableciendo en el sector, las mismas que tienen una gran demanda de mano de obra lo que vuelven atractivos los proyectos de vivienda social en sus cercanías

En el Ecuador existe un déficit significativo de vivienda, en muchos casos la vivienda es improvisada o no tiene condiciones dignas para una familia especialmente en los niveles económicos más bajos.

Según el MIDUVI “El déficit de vivienda en Ecuador afecta hoy a más de 1,7 millones de hogares¹. La causa principal es la asequibilidad de la misma. Es decir, estos hogares carecen de la capacidad económica para acceder a una unidad de vivienda adecuada o a créditos hipotecarios para tal fin. Esto se explica por la disparidad entre ingresos de los hogares y los costos de la vivienda. Un hogar ecuatoriano promedio necesita ahorrar 41 sueldos mensuales para comprar una vivienda tipo². Para los hogares de los dos quintiles más pobres la brecha se amplía aún más, necesitando ahorrar 70 sueldos para acceder a una vivienda adecuada en condiciones de mercado³. Esta inmensa brecha de asequibilidad de la vivienda lleva a los hogares a recurrir a soluciones sub par, tales como la autoconstrucción de viviendas de baja calidad, la ocupación de viviendas sin servicios, o la residencia compartida entre varios hogares. En las zonas urbanas marginales, los hogares han recurrido también a la invasión de tierras, lo cual conlleva inseguridad jurídica y dependencia de proveedores privados informales de servicios urbanos básicos⁴. En las zonas rurales, en cambio, la dispersión de la población desincentiva la participación del mercado privado en la producción de la vivienda, o en la provisión de servicios.” (miduvi)

Por esta razón debido a los datos indicados anteriormente es una responsabilidad social y moral del constructor buscar métodos constructivos más económicos para de esta forma desarrollar vivienda accesible para los sectores más necesitados, a eso es lo que apunta esta investigación a brindar una fuente de información confiable y real para los constructores de vivienda social.

¹ Datos del MIDUVI -2012

² Affordable Land and Housing in LAC and the Caribbean (2011)

³ Los hogares del quintil 1 y 2 tienen el 20% del ingreso necesario para adquirir una vivienda típica, valorada en US\$22 mil, a la tasa de interés de mercado, a 30 años de plazo, y sin considerar la cuota inicial

⁴ Ver Descripción y Seguimiento de los Resultados del Programa Nacional de Desarrollo Urbano (EC-L1099). 8 2011 PNBV 2009-2013, Objetivo 1, meta 1.1.1.

- **1.3 Objetivos**

- **1.3.1 Objetivo General:**

- Determinar qué sistema es más eficiente en lo que a costos se refiere, en la construcción de una casa de vivienda social analizando el método de construcción tradicional y el método de mampostería estructural

- **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Cuantificar la diferencia de costos analizando el presupuesto para una casa de vivienda social utilizando los dos métodos constructivos

- Medir la diferencia de tiempos de construcción entre los dos métodos desarrollando cronogramas para cada uno

Hipótesis: “Mediante la utilización de mampostería estructural reforzada en la construcción de las viviendas analizadas se logrará disminuir los costos en un 10% y el tiempo de construcción en un 20%”

- **1.4 METODOLOGÍA**

La presente investigación tiene como variables el costo y el tiempo de construcción para un proyecto de viviendas unifamiliares utilizando dos métodos constructivos distintos, para lo cual será necesario desarrollar un presupuesto con su respectivo análisis de precios unitarios y un cronograma de actividades para cada sistema de construcción.

El proyecto sobre el que se aplica debe ser el mismo para ambos sistemas, tomando como para cada uno un bloque de 4 viviendas para valorar los trabajos realizados. (Ver plano arquitectónico en Anexo 2)

El conjunto habitacional que se toma como muestra para el estudio fue desarrollado y construido utilizando mampostería estructural, teniendo esto en cuenta se deberá ocupar el presupuesto de la empresa constructora como base para dicho sistema y desarrollar uno nuevo para el sistema de pórticos de hormigón armado cumpliendo con las mismas características en área y acabados para ambos casos. Para los rubros correspondientes al método tradicional de construcción se ocupará los indicados por la revista de la cámara de construcción de Quito, para de esta manera tener costos estándar en el medio.

Se procederá de la misma manera para el cronograma, desarrollando uno para cada sistema, para el análisis en mampostería estructural se deberá trabajar con los tiempos y rendimientos recogidos por los contratistas en el proyecto evaluado, mientras que en el de pórticos se utilizará los rendimientos de la cámara de la construcción de la misma manera que en el análisis de precios unitarios.

Posteriormente se realizará una comparación de las actividades correspondientes a cada sistema identificando las diferencias los rubros, así como los que se repiten entre ellos.

Una vez identificado dichas actividades, se realizará el análisis cuantitativo de los costos y del tiempo, para definir el sistema más económico y eficiente.

- **CAPITULO 2- Marco Teórico**
 - **2.1 Mampostería Estructural**

La utilización de mampostería como elemento estructural no es una tecnología nueva, ha sido utilizada durante muchos años en el país y el mundo, a pesar de esto el desarrollo de la misma en el país ha sido poco.

Este sistema de construcción esta normado en el país y para su utilización se debe cumplir con los requisitos indicados en la Norma correspondiente

En el capítulo de mampostería estructural de la norma ecuatoriana (**NEC-SE-MP**) de la construcción se define a la misma de la siguiente manera

Mampostería reforzada

Es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero. El mortero de relleno puede colocarse en todas las celdas verticales o solamente en aquellas donde está ubicado el refuerzo.

Mampostería parcialmente reforzada

Es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero.

Mampostería simple (No reforzada)

Es la estructura conformada por piezas de mampostería unidas por medio de mortero y que no cumplen las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada.

Mampostería de Muros Confinados

Es la estructura conformada por piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro o piezas de mampostería especiales donde se vacíe el hormigón de relleno logrando un confinamiento a la mampostería. Cuando se empleen estas piezas especiales, éstas pueden ser consideradas como parte del recubrimiento de los elementos de concreto reforzado.

En la realización de dicha norma se utilizó las siguientes normativas internacionales

- Unidades: se emplearán las unidades del S.I. de acuerdo con la Norma **ISO 1000**.
- Anclaje en la cimentación del refuerzo de los muros: parte cimentaciones del **ACI 318**.
- Referentados de las caras de apoyo y de las zonas de apoyo del cabezal: la resistencia debe determinarse usando la correspondiente norma **ASTM**.

Las limitaciones según la norma ecuatoriana para diseñar y construir viviendas utilizando mampostería estructural son las siguientes:

Para poder ser diseñada según la norma **NEC-DR-VI** la vivienda deberá tener un máximo de dos pisos y luces menores a 5 m

La edificación deberá ser capaz de resistir esfuerzos de compresión, tracción, torsión y flexión con sus respectivas combinaciones de cargas

Además de ser la capacidad de deformación necesaria en caso de sismo

Uno de los principales problemas de la mampostería estructural es su baja ductilidad, siendo más bien un material frágil, cuestión que tiene que ser tomada en cuenta en el diseño y en caso de ser necesario reforzar la mampostería con acero y cemento dentro de las celdas.

El concepto principal de mampostería estructural sea del tipo que sea de los antes mencionados es que trabaje de tal forma que sus componentes trabajen juntos como un solo elemento para que resista los esfuerzos correspondientes.

En caso de tratarse de mampostería armada o reforzada es indispensable que la adherencia de la aradura y la mampostería como el mortero permitan el desarrollo total de la resistencia de la armadura a tracción.

Como en cualquier otro método constructivo este debe ser diseñado de tal manera que sea capaz de resistir fuerzas sísmicas y las combinaciones de carga correspondientes para el funcionamiento y ubicación de la edificación utilizando la teoría de última resistencia.

Para la mampostería estructural es de gran importancia la distribución interna de las edificaciones que tiene una afectación directa sobre el centro de masas y el centro de rigidez. Además que la planta arquitectónica y la distribución interna es la que definirá el diseño estructural por ser los muros de mampostería los que resisten las cargas, es necesario que las pantas sean lo más regulares posibles tanto en planta como en elevación.

La utilización de mampostería estructural busca el beneficiar tanto al usuario como al constructor facilitando los procesos constructivos y transformándose de esta forma en un tipo de construcción más económica, rápida y segura.

Al estar formado por piezas de hormigón hechas en una planta estas deben presentar propiedades mecánicas iguales entre sí, y cumplir con lo indicado en los diseños estructurales para de esta forma disminuir las posibilidades de las malas prácticas constructivas brindando así una mayor seguridad al usuario final.

Históricamente en el Ecuador se ha utilizado principalmente el método tradicional de construcción con pórticos de hormigón armado, los mismos que presentan un buen desempeño en presencia de sismos en caso de contar con un buen diseño estructural y con igual importancia que se cumpla con buenas prácticas constructivas en el momento de su materialización. Desafortunadamente estas condiciones no siempre se cumplen, este tipo de construcción da grandes libertades para el no cumplimiento de lo indicado en las especificaciones de cálculo en las piezas estructurales. Dejando en manos del constructor los materiales que se utilizarán principalmente en el hormigón cuya resistencia está ligada directamente a la calidad y dosificación de los materiales que se utilizan, se puede ver en muchas ocasiones que dos tandas seguidas de hormigón preparadas en obra con los mismos materiales presenten distintas propiedades mecánicas lo que da cabida a fallas en la presencia de un sismo.

La mampostería estructural es una forma de disminuir la posibilidad de la mala construcción ya que su estructura está compuesta por piezas fabricadas industrialmente estas deben presentar propiedades mecánicas homogéneas comprobadas mediante un control de calidad aplicado por el proveedor.

Si el cálculo así lo indica las piezas de bloque deberán ser rellenas de mortero o grouting en sus celdas, además de contar con piezas de acero entre los bloques conocidas como escalerillas.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción indica las propiedades mecánicas que debe cumplir tanto el mortero de pega de los bloques de mampostería como el de relleno así como el resto de materiales a utilizare para este método constructivo.

La tabla a continuación tomada de la noma NEC-SE-MP muestra las características para el mortero de pega para el sistema constructivo analizado

Tabla 1

Mortero pegante para sistema de mampostería reforzada de acuerdo a su resistencia y dosificación respectiva

Tipo de mortero	Resistencia mínima a compresión 28 días (MPa)	Composición en partes por volumen		
		Cemento	Cal	Arena
M20	20.0	1	-	2.5
M15	15.0	1	-	3.0
		1	0.5	4.0
M10	10.0	1	-	4.0
		1	0.5	5.0
M5	5.0	1	-	6.0
		1	1.0	7.0
M2.5	2.5	1	-	7.0
		1	2.0	9.0

Fuente: NEC-SE-MP, 2014.

El cálculo estructural y las especificaciones técnicas deberán indicar que clase de mortero con que resistencia se deberá usar para la edificación.

De igual manera dicha norma presenta una tabla de dosificación para el mortero de relleno de las celdas que debe tener una consistencia tal que permita su penetración sin segregación

Tabla 2

Mortero para relleno interior para el sistema de mampostería reforzada con sus respectivas dosificaciones

Tipo de Mortero	Cemento hidráulico	Agregados/cemento			
		Fino		Grueso (tamaño < 10 mm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Fino	1	2.25	3.5	-	-
Grueso	1	2.25	3.0	1	2

Fuente: NEC-SE-MP, 2014.

La resistencia a la compresión del mortero que será señalada en los cálculos y las especificaciones técnicas está dada por la siguiente relación según la Norma NEC-SE-MP

$$1.2f'm \leq f'cr \leq 1.5 f'm$$

$$f'cr \geq 10 \text{ MPa}$$

Dónde:

$f'cr$ Resistencia a la compresión del mortero de relleno (MPa).

Al igual que el mortero los bloques deberán tener una resistencia indicada en los diseños, la cual deberá ser certificada por el fabricante y probada con ensayos de laboratorio sobre muestras representativas tomadas aleatoriamente para así determinar que se cumpla con la resistencia a la compresión indicada.

Adicionalmente la estructura necesita refuerzo vertical y transversal para contrarrestar los esfuerzos a los que estará sometida durante su vida útil, la norma ecuatoriana también contempla este aspecto, donde indica lo siguiente:

“Todo refuerzo que se emplee en los diferentes tipos de mampostería estructural debe estar embebido en concreto, mortero de relleno o mortero de pega, y debe estar localizado de tal manera que se cumplan los requisitos mínimos de recubrimiento mínimo, anclaje, adherencia y separación mínima y máxima con respecto a las unidades de mampostería y a otros refuerzos.” (NEC14, 2014)

- El diámetro mínimo es 10 mm.
- Para muros con espesor nominal de 200 mm o más no puede tener un diámetro mayor que 25 mm.

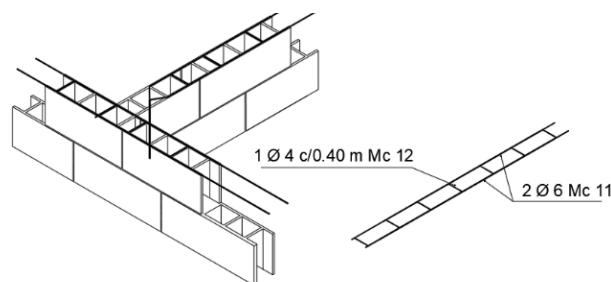
- Para muros de menos de 200 mm. de espesor nominal no puede tener un diámetro mayor que 20 mm.
- El diámetro no puede exceder la mitad de la menor dimensión libre de la celda.

En el caso concreto de estudio se trabajó con mampostería estructural reforzada con acero y mortero tipo grouting dentro de las celdas de los bloques.

El procedimiento para la construcción utilizando este método es el siguiente:

Se excava para conformar una plataforma donde se asentará la cimentación que consiste en una losa de cimentación con cadenas debajo de donde se ubicarán los muros de acuerdo con los planos arquitectónicos. El armado de los muros de mampostería es el utilizado comúnmente con unas pequeñas diferencias. En los cambios de dirección se traban los bloques que van en una dirección con los que van en la dirección perpendicular, en la unión tienen refuerzo de varillas de acero y el grouting por dentro de tal forma que de rigidez a la estructura, de igual manera según lo indique el plano estructural se deberá poner el refuerzo horizontal entre las filas de mampostería conocido como escalerillas. Las propiedades mecánicas de las piezas de mampostería como el mortero utilizado para unir las y rellenarlas influyen directamente en el comportamiento estructural de la edificación por lo que es muy importante cuidar dichos aspectos y realizar pruebas de laboratorio previas para confirmar que se cumpla con lo que indica la norma ecuatoriana de la construcción.

Posterior al levantamiento de las paredes portantes se tiene que realizar el armado de losa que consiste en la colocación de unas viguetas y bovedillas prefabricadas que ensamblan entre ellas para así formar las losas de entrepiso y cubierta de una forma eficiente y rápida.



REFUERZO HORIZONTAL (ESCALERILLA)
EN MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

FIGURA 1: Ilustración de refuerzo horizontal para mampostería reforzada

(Imagen tomada de plano estructural de proyecto analizado)

(Ver Plano Estructural en Anexo 3)

Es importante tener en cuenta que con la utilización de bloques de mampostería estructural no se pueden hacer cortes en los mismos para el paso de tubería o instalaciones eléctricas, la manera correcta de realizar las instalaciones es haciendo un replanteo previo y comenzar con las instalaciones desde la fundición de la losa de contrapiso, una vez realizado este trabajo el paso de las tuberías verticales se hace por dentro de los bloques que son huecos, para de esta forma evitar debilitarlos con cortes.

Una vez realizadas las actividades indicadas el desarrollo de la construcción es el mismo que con el sistema tradicional, lo que nos indica que la diferencia en costos, tiempos y mano de obra se produce en esta etapa de la construcción.

○ 2.2 PORTICOS DE HORMIGÓN ARMADO

La construcción con pórticos de hormigón armado es el método de construcción más utilizado históricamente en el Ecuador, consiste en sostener la edificación mediante elementos verticales (columnas) y horizontales (vigas) formando así un pórtico, el que deberá ser diseñado tomando en cuenta las características particulares del lugar donde va a estar asentado y cumpliendo con lo indicado en la Norma de construcción ecuatoriana. Las Estructuras de Hormigón armado están compuestas de:

- Losas que son elementos horizontales planos, que reciben las cargas de uso.
- Vigas, que son las que soportan a las losas, las transmiten a las columnas y soportan su propio peso.
- Las columnas que soportan el total de las cargas por cada piso del edificio
- La cimentación que transmite las cargas de las columnas al piso.

Se llama pórtico a la estructura formada por el conjunto de columnas y vigas que se encuentran en un mismo plano vertical de una edificación, en una estructura se presentan varios pórticos paralelos entre sí, o cambiando de dirección de acuerdo con la arquitectura del edificio, entre los pórticos se apoyan las losas para ocupación.

Las uniones viga-columna pueden ser articuladas o fijas, en la mayor parte de los casos de pórticos de hormigón armado las uniones son fijas o rígidas, ya que el fundido del hormigón in situ produce un cuerpo, monolítico.

(Medina, 2008)

“Una estructura formada por vigas y soportes unidos rígidamente se llama estructura aporticada. La fabricación con hormigón in-situ de tales uniones resistentes a la flexión resulta sencilla. Por lo tanto, los pórticos para edificios de varias plantas son estructuras típicas de hormigón armado. Estos esqueletos resistentes resultan específicamente favorables si los puntos fijos, tales como las cajas de las escaleras, los pozos rígidos y similares, absorben ellos solos las fuerzas del viento, de modo que los pórticos están solicitados solamente por cargas perpendiculares. Los travesaños de los pórticos pueden ir en dirección transversal o bien en dirección longitudinal al edificio” (Matthei, 1980)

Las columnas de hormigón armado cumplen la función de canalizar todas las cargas del edificio a la cimentación, lo que las convierte en los elementos estructurales más importantes de la edificación, las columnas son elementos verticales y esbeltos en los que la sollicitación generalmente es **normal**, aunque se presentan esfuerzos diferentes a este como se muestra en la siguiente figura 2 tomada del libro de Eduardo Medina Sánchez

- Compresión simple: Se presenta únicamente una carga vertical, centrada.
 - Compresión compuesta: Si además de la carga vertical, tiene sollicitación a flexión, o si la carga vertical está descentrada
 - Flexión compuesta: Si la sollicitación flectora es tan grande que la sección del pilar tiene parte comprimida y parte traccionada
 - También pueden presentarse esfuerzos de pandeo, cortantes o de torsión.
- (Medina, 2008)

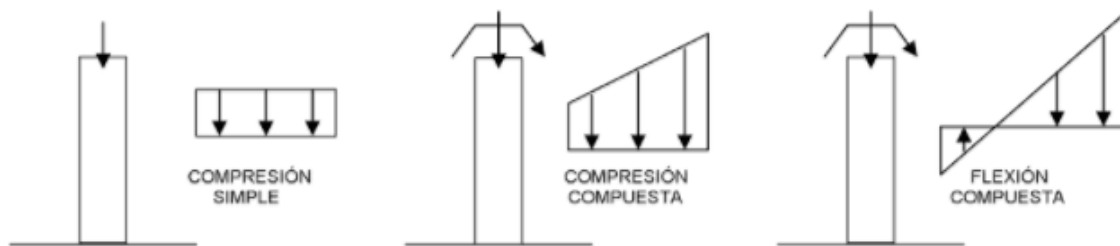


FIGURA 2: *Diagrama de esfuerzos típicos presentados en las columnas como elementos de un pórtico*, Tomado de Medina, 2008

Como sabemos el hormigón es un excelente material para trabajar a compresión, pero debido a la presencia de otros esfuerzos distintos es necesario la utilización de acero para contrarrestar las diferencias del hormigón, por eso se ocupa refuerzo longitudinal y transversal en los elementos verticales.

Las vigas son elementos lineales que están sometidos principalmente a esfuerzos de flexión, aunque también se presentan esfuerzos de corte y torsión, los cuales deben estar considerados en el diseño así como la deflexión máxima permisible y el fisuramiento que tiene repercusiones importantes sobre la resistencia del elemento.(Medina, 2008)

Las vigas se pueden clasificar por la forma de su sección, su posición con respecto a la losa y según el apoyo en los extremos.

Mayormente se utiliza en el medio vigas tipo “T” que de acuerdo a su posición respecto a la losa son “Descolgadas” es decir tienen un peralte mayor al espesor de la losa, este tipo de viga tiene un comportamiento estructural mejor al de las vigas llamadas planas.

El refuerzo longitudinal y transversal (estribos) son fundamentales para la resistencia de a los esfuerzos, debido a que estos elementos trabajan principalmente a flexión y corte.

Una vez formado el pórtico se da inicio al levantamiento de mampostería y demás trabajos de albañilería, así como trabajos de plomería, carpintería y acabados, siendo fundamental un correcto armado de los refuerzos de acero y hormigón de buena calidad en los elementos estructurales para que el desempeño de la estructura físicamente sea el modelado, y cumpla con lo planteado por el diseñador. (Ver plano estructural en anexo 4)

Aunque el comportamiento estructural de los pórticos de hormigón armado es muy bueno, es un método constructivo muy susceptible a la mala construcción si no hay el control necesario, ya que un constructor irresponsable por abaratar costos puede ocupar hormigones de mala calidad o no utilizar los refuerzos de acero como se indica en los planos.

- **CAPITULO 3- Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios**
3.1 Composición de los Precios Unitarios y del Presupuesto

El presupuesto es un listado de las actividades a realizarse para poder culminar el proyecto analizado con sus cantidades y precios, para como nos indica su nombre conocer el precio que tendrá la construcción, para realizar el presupuesto es necesario contar con el análisis de precios unitarios de los rubros o actividades que lo constituyen.

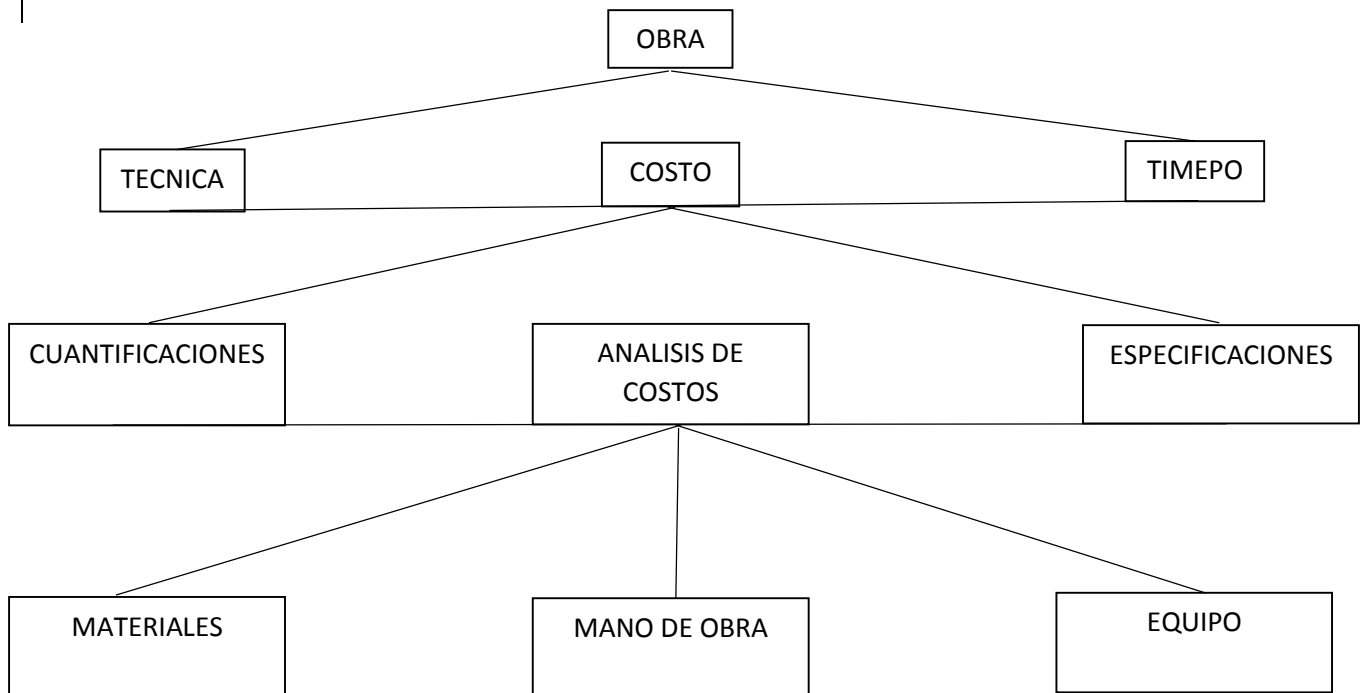


FIGURA 3: Diagrama del balance de una obra, correspondiente a los componentes principales para la ejecución de un proyecto de construcción, Tomado de Suarez, 2005

El costo en la construcción como en prácticamente todos los campos de la vida puede ser una gran limitante por lo que cumpliendo con las normas correspondientes y con responsabilidad es necesario buscar dentro de lo posible el ahorro en cada uno de los rubros que intervienen.

“Al no existir dos procesos constructivos iguales, el intervenir la habilidad personal del operario, y basarse en condiciones promedio de consumos, insumos y desperdicios, permite asegurar que la evaluación monetaria del costo, no puede ser matemáticamente exacta.” (Suarez, 2005)

Es decir los presupuestos de obra y en general toda la planificación son aproximaciones, aunque no deberán ser tomadas a la ligera ya que es el parámetro principal para la realización de los contratos de construcción lo que puede representar un beneficio o perjuicio para el contratista.

De acuerdo con Manuel Antonio Trinidad Torres en su libro “Precios Unitarios” Una correcta planificación previa es clave en el éxito o el fracaso del constructor en un proyecto, dentro de la cual se realiza un análisis para determinar el método constructivo

conveniente, así como presupuestos y cronogramas referenciales y definitivos. Es importante llevar un registro histórico presupuestal y de rendimientos así como hacer controles periódicos para perfeccionar y corregir desviaciones del plan original. (Trinidad, 2005)

Precio unitario es el valor a pagar por el contratante al contratista por unidad de rubro realizado, en el que deben estar contemplados todos los trabajos, materiales y equipo que intervienen, así como la utilidad del contratista.

Existen distintos tipos de precios unitarios, estos se diferencian por la unidad en la que se miden, pueden ser las siguientes:

- Metro lineal (m)
- Metro cuadrado (m²)
- Metro cúbico (m³)
- Kilogramo (kg)
- Punto (pto)
- Unidad (U)

Los costos de un proyecto tienen una composición simple, la cual se trata de explicar con el siguiente gráfico

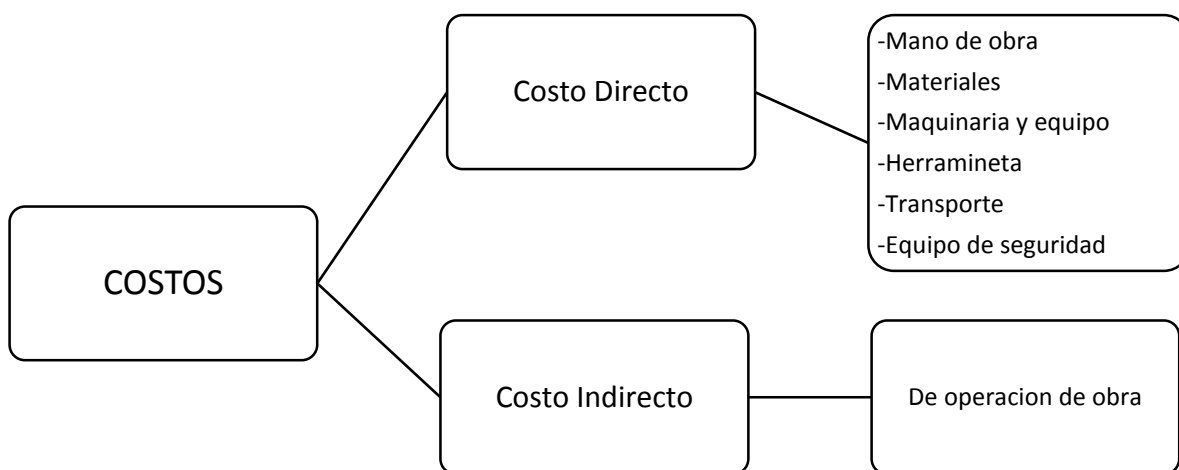


FIGURA 4: *Diagrama de composición de costos para la construcción*, Tomado de Trinidad, 2005

Para poder tener un panorama más claro se va a definir los términos de costo directo e indirecto, estos son conceptos que intervienen en cualquier proceso de producción o de industria, para efectos de nuestro enfoque lo definiremos en el ámbito de la construcción. Costo directo es la suma de material, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proceso constructivo o un producto específico, es decir son los recursos que intervienen directa y tangiblemente en una actividad que forma parte de la obra.

Costo indirecto es la suma de gastos que por su naturaleza intrínseca son de aplicación a todas las obras efectuadas, aunque son intangibles en el lugar de aplicación.

(Suarez, 2005)

Para una interpretación más sencilla de los conceptos antes presentados tomamos un cuadro del libro “Costo y tiempo en edificación” de Carlos Suarez Salazar

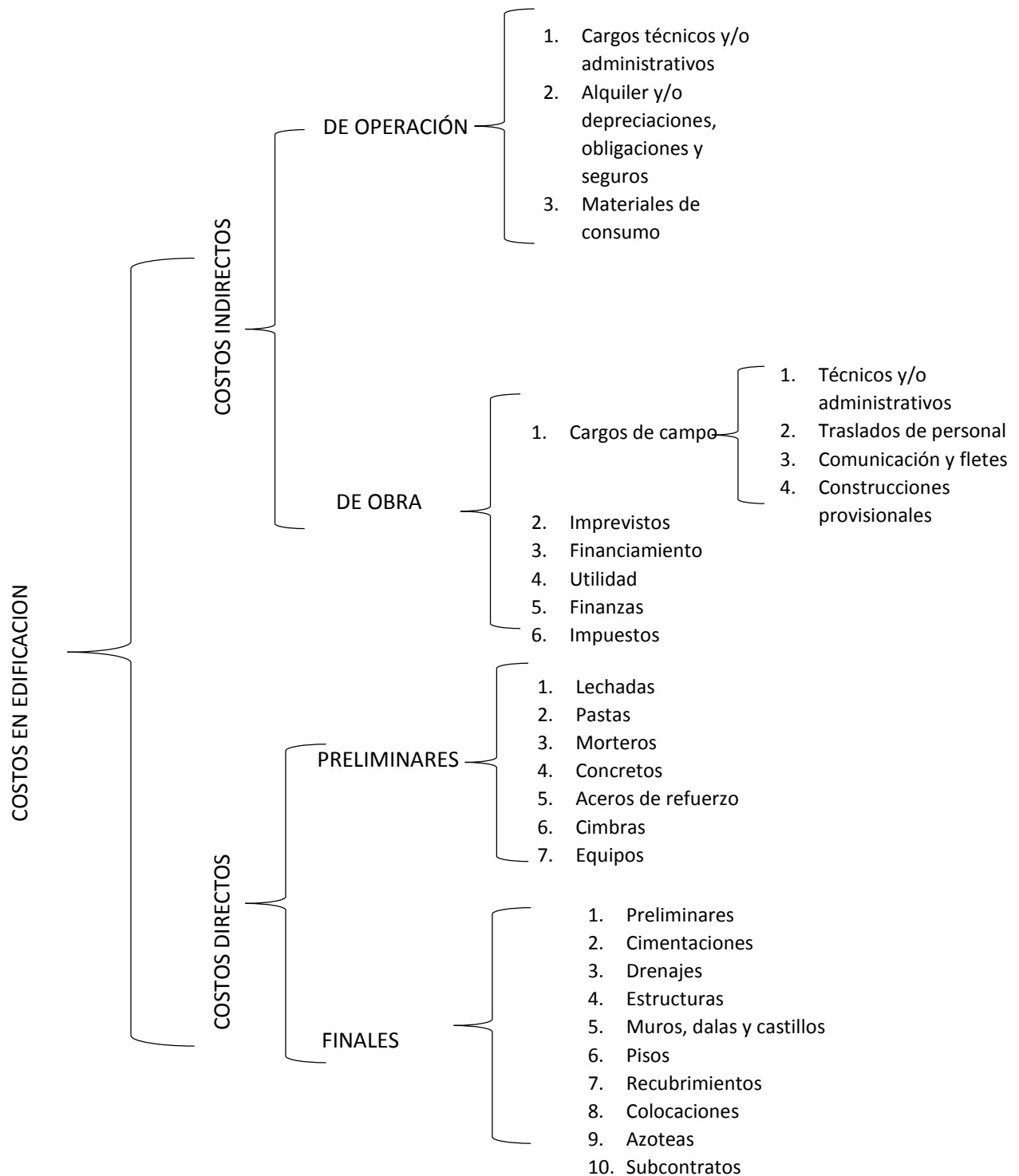


FIGURA 5: Integración detallada de costo en edificación. Tomado de Salazar, 2005

○ **3.2 Presupuesto y Análisis de precios Unitarios utilizando
Mampostería reforzada**

Habiendo sido el proyecto construido utilizando esta metodología de construcción, se solicitó a la empresa constructora facilitar la información correspondiente, contando así con los costos reales con los cuales se contrató el conjunto habitacional, lo que presenta una ventaja para la investigación.

Adicionalmente fue necesario realizar una actualización de los valores de la construcción debido a que el proyecto estudiado se construyó en el año 2014, y desde entonces hasta el presente se han modificado los costos.

El presupuesto se desarrolló por bloques de 4 viviendas, ya que las casas son pareadas lateral y posteriormente.

El presupuesto está compuesto de 65 rubros, que toman en cuenta únicamente la construcción del bloque de vivienda que es lo que se busca analizar, no está contemplada la infraestructura de la urbanización.

Una vez recibida la información se realizó un estudio para verificar las cantidades según los planos y los rendimientos de mano de obra con el personal técnico a cargo.

En la realización del análisis de precios unitarios y presupuesto se toma en cuenta únicamente los costos directos para de esta forma tener resultados objetivos para poder comparar correctamente los resultados.

El rubro que más incidencia tiene en la construcción del bloque de 4 viviendas es el de la mampostería como era de esperarse, seguido por el armado de las losas para las que se utilizó viguetas prefabricadas de hormigón armado y casetones, sistema de losas conocido como tipo Fert.

A continuación se muestra una tabla de los rubros de mayor influencia ordenados de mayor a menor.

TABLA 3: Rubros relevantes para la construcción del bloque de viviendas analizado utilizando el método de construcción de mampostería estructural ordenados descendientemente de acuerdo a su incidencia en el presupuesto total.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	INCIDENCIA
1	Mampostería estructural	m2	707,00	21,43	15.151,01	18,49%
2	Armado completo losas	m2	274,81	27,12	7.452,85	9,09%
3	Acero de refuerzo	kg	2.495,00	1,99	4.965,05	6,06%
4	Mueble bajo de cocina (incluye mesón)	m	18,12	253,15	4.587,08	5,60%
5	Revocado de paredes interiores	m2	777,92	5,17	4.021,85	4,91%
6	Empastado y pintura de caucho en paredes interiores	m2	710,00	4,22	2.996,20	3,66%
7	Ventanas de PVC (color blanco) y vidrios de 4 mm.	m2	61,28	48,13	2.949,41	3,60%
8	Cerámica en pisos y gradas	m2	175,32	16,59	2.908,56	3,55%
9	Microenlucido en fachadas	m2	232,05	10,00	2.320,50	2,83%
10	Contrapiso de Hormigón simple premezclado f'c= 210 kg/cm ²	m2	191,25	11,72	2.241,45	2,74%
11	Puertas de dormitorio de madera (incluye cerradura)	u	12,00	155,24	1.862,88	2,27%
12	Masilado en losas de piso y entrepiso	m2	267,69	6,61	1.769,43	2,16%
13	Piso flotante en dormitorios	m2	86,32	18,60	1.605,55	1,96%
14	Hormigón simple en losa de cubierta	m3	12,38	123,83	1.533,02	1,87%
15	Hormigón simple en losa de entrepiso	m3	11,50	125,84	1.447,15	1,77%
16	Revocado de inferior de losas	m2	229,08	5,45	1.248,49	1,52%
17	Puertas de baños de madera (incluye cerradura)	u	8,00	155,24	1.241,92	1,52%
18	Escaleras 2ø de 6mm	m	682,50	1,72	1.173,90	1,43%
19	Cerámica en paredes (duchas h=1,80; zócalos en baños h=1,20); cocina h=30 cm. sobre mesón)	m2	67,08	17,28	1.159,14	1,41%
20	Hormigón simple en cadenas	m3	9,12	127,08	1.158,97	1,41%
21	Puntos de tomacorrientes de 110 V	pto	56,00	19,01	1.064,56	1,30%
22	Masillado e impermeabilizado en losa de cubierta	m2	144,41	6,94	1.002,21	1,22%
23	Puntos de iluminación	pto	56,00	17,21	963,76	1,18%
24	Malla Electrosoldada R196	m2	191,25	4,98	952,43	1,16%

Se consideran rubros relevantes los presentados en la “TABLA 3” porque juntos suman el 80% del valor total del bloque de viviendas analizado.

Muchas de las actividades y rubros se repiten entre los dos sistemas, en el capítulo siguiente se realizará una comparación entre ambos presupuestos en el que se mencionan cuáles son las diferencias entre los dos métodos

INCIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES EN EL PRESUPUESTO MAMPOSTERÍA REFORZADA

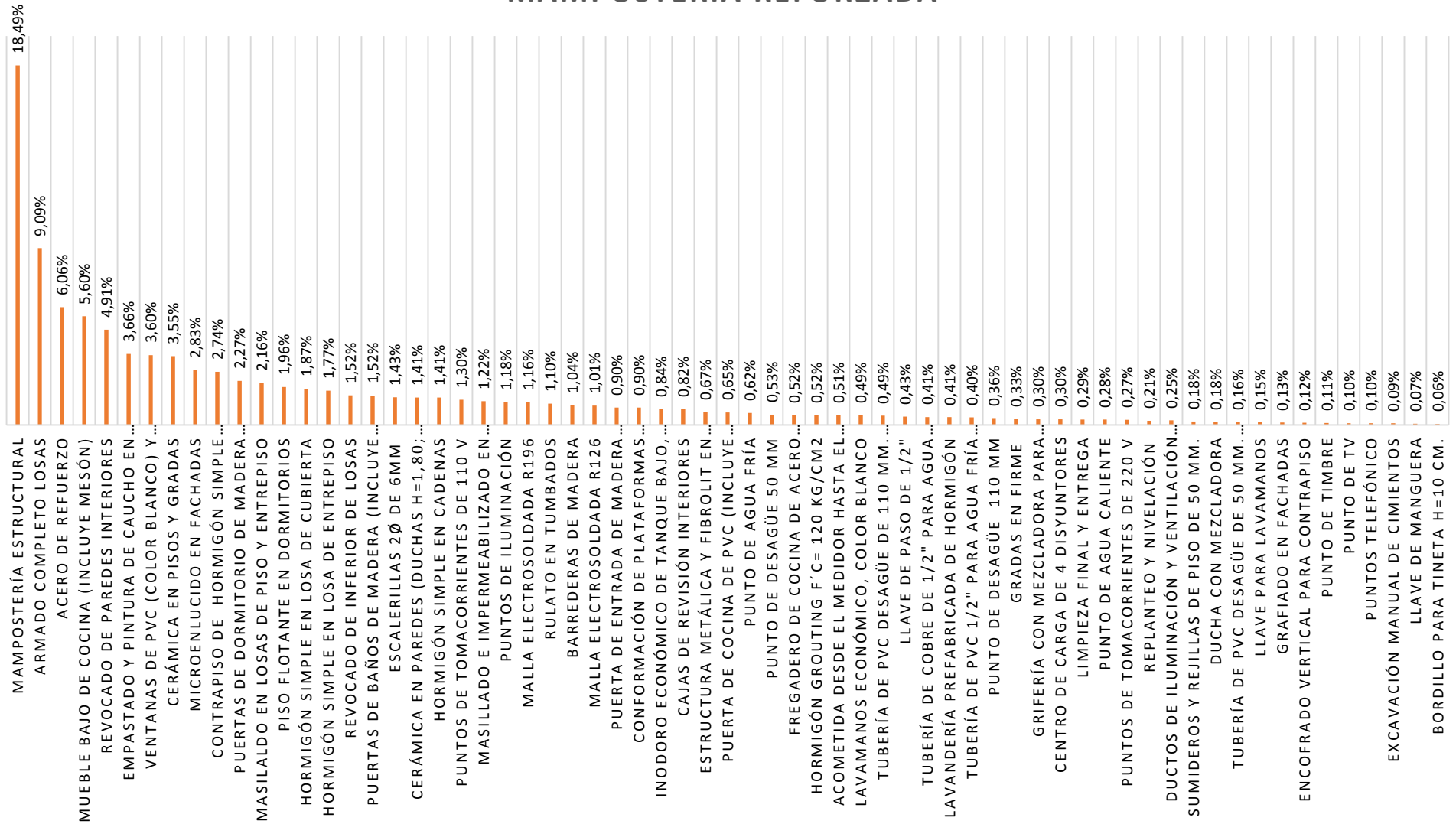


FIGURA 6: Gráfica de incidencia de cada uno de los rubros en la construcción del bloque de viviendas analizado utilizando el método de construcción de Mampostería reforzada, en el que se muestra el porcentaje de incidencia de cada rubro en el presupuesto

TABLA 4: Rubros que intervienen en la construcción del bloque de 4 casas, con sus respectivas unidades, cantidades, precio unitario, y número de cuadrillas a utilizarse para la realización del trabajo.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DE BLOQUE DE 4 VIVIENDAS

UTILIZANDO EL MÉTODO CONSTRUCTIVO DE
MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

**OBRA : CONJUNTO HABITACIONAL
DE INTERES SOCIAL "MIRADOR DE SANTA
ROSA"**

**UBICACIÓN : PARROQUIA RURAL SANTA
ROSA**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	CUADRILLAS
A	OBRAS PRELIMINARES					
1	Replanteo y nivelación	m2	191,25	0,92	175,95	1
2	Conformación de plataformas (incluye excavación y/o relleno compactado)	m2	191,25	3,84	734,40	2
3	Excavación manual de cimientos	m3	11,11	6,64	73,77	2
B	ESTRUCTURA Y MAMPOSTERIA PORTANTE					
4	Hormigón simple en cadenas	m3	9,12	127,08	1.158,97	2
5	Encofrado Vertical para contrapiso	m2	5,72	17,07	97,64	2
6	Contrapiso de Hormigón simple premezclado f'c= 210 kg/cm2	m2	191,25	11,72	2.241,45	3
7	Armado completo losas	m2	274,81	27,12	7.452,85	4
8	Hormigón simple en losa de entrepiso	m3	11,50	125,84	1.447,15	3
9	Hormigón simple en losa de cubierta	m3	12,38	123,83	1.533,02	3
10	Mampostería estructural	m2	707,00	21,43	15.151,01	4
11	Acero de refuerzo	kg	2.495,00	1,99	4.965,05	2
12	Malla Electrosoldada R196	m2	191,25	4,98	952,43	2
13	Malla Electrosoldada R126	m2	191,25	4,31	824,29	2
14	Escalerillas 2ø de 6mm	m	682,50	1,72	1.173,90	4
15	Horrigán Grouting f'c= 120 kg/cm2	m3	4,31	98,45	424,32	4
16	Gradas en firme	u	4,00	67,73	270,92	1
C	ALBAÑILERIA					
17	Revocado de paredes interiores	m2	777,92	5,17	4.021,85	2
18	Revocado de inferior de losas	m2	229,08	5,45	1.248,49	4
19	Microenlucido en fachadas	m2	232,05	10,00	2.320,50	2
20	Masilado en losas de piso y entrepiso	m2	267,69	6,61	1.769,43	3
21	Masillado e impermeabilizado en losa de cubierta	m2	144,41	6,94	1.002,21	3
22	Ductos de iluminación y ventilación en PA	u	12,00	17,07	204,84	1
23	Bordillo para tineta h=10 cm.	m	5,00	10,16	50,80	2
24	Cerámica en pisos y gradas	m2	175,32	16,59	2.908,56	4

25	Cerámica en paredes (duchas h=1,80; zócalos en baños h=1,20); cocina h=30 cm. sobre mesón)	m2	67,08	17,28	1.159,14	4
26	Lavandería prefabricada de hormigón	u	4,00	84,13	336,52	1
D	PINTURA					
27	Rulato en tumbados	m2	229,08	3,94	902,58	2
28	Empastado y pintura de caucho en paredes interiores	m2	710,00	4,22	2.996,20	2
29	Grafiado en fachadas	m2	20,40	5,20	106,08	2
E	CARPINTERIA METALICA Y DE MADERA					
30	Estructura metálica y fibrolit en gradas	U	4,00	136,95	547,80	2
31	Piso flotante en dormitorios	m2	86,32	18,60	1.605,55	2
32	Puerta de entrada de madera (incluye cerraduras)	u	4,00	184,06	736,24	2
33	Puertas de dormitorio de madera (incluye cerradura)	u	12,00	155,24	1.862,88	2
34	Puerta de cocina de PVC (incluye vidrio y cerradura)	u	4,00	134,06	536,24	2
35	Puertas de baños de madera (incluye cerradura)	u	8,00	155,24	1.241,92	2
36	Ventanas de PVC (color blanco) y vidrios de 4 mm.	m2	61,28	48,13	2.949,41	1
37	Mueble bajo de cocina (incluye mesón)	m	18,12	253,15	4.587,08	2
38	Barrederas de madera	m	240,00	3,55	852,00	2
F	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
39	Tubería de PVC desagüe de 110 mm. (incluye accesorios)	m	66,00	6,07	400,62	2
40	Tubería de PVC desagüe de 50 mm. (incluye accesorios)	m	30,00	4,36	130,80	2
41	Punto de desagüe 110 mm	pto	16,00	18,24	291,84	2
42	Punto de desagüe 50 mm	pto	32,00	13,55	433,60	2
43	Sumideros y rejillas de piso de 50 mm.	u	24,00	6,10	146,40	2
44	Cajas de revisión interiores	u	8,00	83,95	671,60	2
45	Tubería de PVC 1/2" para agua fría (incluye accesorios)	m	108,00	3,04	328,32	2
46	Tubería de cobre de 1/2" para agua caliente (incluye accesorios)	m	52,00	6,51	338,52	2
47	Punto de agua fría	pto	48,00	10,63	510,24	2
48	Punto de agua caliente	pto	12,00	18,92	227,04	2
49	Llave de paso de 1/2"	u	20,00	17,82	356,40	2
G	APARATOS SANITARIOS					
50	Inodoro económico de tanque bajo, color blanco	u	8,00	86,22	689,76	2
51	Lavamanos económico, color blanco	u	8,00	50,28	402,24	2
52	Fregadero de cocina de acero inoxidable de pozo y falda corta	u	4,00	106,28	425,12	2
53	Ducha con mezcladora	u	4,00	36,00	144,00	2
54	Grifería con mezcladora para lavaplatos	u	4,00	61,75	247,00	2
55	Llave para lavamanos	u	8,00	14,98	119,84	2
56	Llave de manguera	u	4,00	13,78	55,12	2

H	INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS					
57	Puntos de iluminación	pto	56,00	17,21	963,76	1
58	Puntos de tomacorrientes de 110 V	pto	56,00	19,01	1.064,56	1
59	Puntos de tomacorrientes de 220 V	pto	8,00	27,91	223,28	1
60	Centro de carga de 4 disyuntores	u	4,00	61,74	246,96	1
61	Acometida desde el medidor hasta el centro de carga	m	72,00	5,84	420,48	1
62	Punto de timbre	u	4,00	22,51	90,04	1
63	Punto de TV	pto	4,00	20,51	82,04	1
64	Puntos telefónico	pto	4,00	20,51	82,04	1
I	FINALES					
65	Limpieza final y entrega	global	4,00	58,97	235,88	4

SUBTOTAL=	81.950,94
281,80	AREA
290,81	\$/M2

De acuerdo con los datos de la Tabla 4 la construcción de un bloque 4 unidades habitacionales tendrá un costo de ochenta y un mil novecientos cincuenta dólares con noventa y cuatro centavos.

(Ver análisis de precios unitarios y presupuesto en anexo 5)

○ 3.3 Presupuesto y Análisis de precios Unitarios utilizando Pórticos de hormigón armado para la construcción

Es importante la utilización de los mismos parámetros para ambos sistemas constructivos, para lo que se utilizó los mismos planos arquitectónicos con ambos sistemas, teniendo variaciones principalmente en las actividades correspondientes a la estructura así como ciertos rubros en albañilería.

Se desarrolló el análisis de precios unitarios y presupuesto utilizando el método tradicional de construcción de pórticos de hormigón armado y mampostería de bloque, para un bloque de 4 viviendas del proyecto, ya que de esa forma es como se llevó a cabo la construcción por ser viviendas pareadas lateral y posteriormente.

Para iniciar el análisis se tuvo que realizar un cálculo estructural del bloque de viviendas con columnas y vigas de hormigón armado, posteriormente se comparó los rubros de un sistema y el otro para identificar las actividades que difieren entre sí. Para los rubros que no estaban contemplados en el presupuesto utilizando mampostería estructural, se adoptaron los de la “CAMICON” Cámara de la industria de la construcción con el fin de tener precios estandarizados y así obtener los resultados más objetivos posibles. Mientras que para los rubros que no se modificaron entre los dos sistemas se utilizó los de la constructora que realizó el proyecto realizando una actualización de costos al año 2018.

Al igual que en el método analizado anteriormente existen rubros que tienen una mayor influencia sobre el presupuesto, y otros cuya influencia es poca, de todas formas se analizan todas las actividades necesarias para completar la construcción.

TABLA 5: Rubros de mayor influencia sobre el presupuesto, ordenados de mayor a menor de acuerdo a su incidencia en porcentaje para la construcción del bloque de viviendas analizado utilizando el método de pórticos de hormigón armado

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO	INCIDENCIA
			TOTAL	UNITARIO	TOTAL	
1	Acero de refuerzo	kg	9048,03	1,99	18005,58	19,78%
2	Mampostería de bloque de 15 cm	m2	652,50	13,86	9043,65	9,93%
3	Enlucido interior y exterior	m2	1009,97	7,98	8059,56	8,85%
4	Hormigón simple en losas f'c=240 kg/cm2	m3	38,05	126,73	4822,08	5,30%
5	Mueble bajo de cocina (incluye mesón)	m	18,12	253,15	4587,08	5,04%
6	Empastado y pintura de caucho en paredes interiores	m2	710,00	4,22	2996,20	3,29%
7	Ventanas de PVC (color blanco) y vidrios de 4 mm.	m2	61,28	48,13	2949,41	3,24%
8	Cerámica en pisos y gradas	m2	175,32	16,59	2908,56	3,19%
9	Contrapiso de Hormigón simple premezclado f'c= 210 kg/cm2	m2	191,25	11,83	2262,49	2,49%
10	Enlucido Horizontal	m2	267,69	8,23	2203,09	2,42%
11	Puertas de dormitorio de madera (incluye cerradura)	u	12,00	155,24	1862,88	2,05%
12	Masilado en losas de piso y entrepiso	m2	267,69	6,61	1769,43	1,94%
13	Piso flotante en dormitorios	m2	86,32	18,60	1605,55	1,76%
14	Hormigón simple en plintos f'c= 210kg/cm2	m3	9,97	131,05	1306,57	1,44%
15	Hormigón simple en columnas f'c=240 kg/cm2	m3	8,38	155,62	1304,10	1,43%
16	Puertas de baños de madera (incluye cerradura)	u	8,00	155,24	1241,92	1,36%
17	Bloque de alivianamiento 20x40x15	u	1668,00	0,73	1215,14	1,33%
18	Cerámica en paredes (duchas h=1,80; zócalos en baños h=1,20); cocina h=30 cm. sobre mesón)	m2	67,08	17,28	1159,14	1,27%
19	Puntos de tomacorrientes de 110 V	pto	56,00	19,01	1064,56	1,17%
20	Encofrado Horizontal de losas	m2	267,69	3,82	1023,38	1,12%
21	Masillado e impermeabilizado en losa de cubierta	m2	144,41	6,94	1002,21	1,10%
22	Cimientos de hormigón ciclopeo	m3	12,18	84,48	1028,97	1,13%
23	Puntos de iluminación	pto	56,00	17,21	963,76	1,06%
24	Hormigón en vigas f'c=240 kg/cm2	m3	6,39	151,21	965,93	1,06%
25	Rulato en tumbados	m2	229,08	3,94	902,58	0,99%
26	Barrederas de madera	m	240,00	3,55	852,00	0,94%

Los rubros presentados en la “TABLA 5” representan el 80% del total del presupuesto total del bloque de viviendas analizado.

TABLA 6: Presupuesto completo para la construcción del bloque de 4 unidades de vivienda utilizando pórticos de hormigón armado

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DE BLOQUE DE 4 VIVIENDAS

UTILIZANDO EL MÉTODO CONSTRUCTIVO DE
PORTICOS DE HORMIGÓN ARMADO

**OBRA : CONJUNTO
HABITACIONAL DE INTERES SOCIAL
"MIRADOR DE SANTA ROSA"**
UBICACIÓN : PARROQUIA RURAL SANTA
ROSA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	CUADRILLAS
A	OBRAS PRELIMINARES					
1	Replanteo y nivelación	m2	191,25	1,08	206,55	1,00
2	Excavación manual de cimientos	m3	64,20	6,64	426,29	2,00
3	Relleno con Suelo natural y compactado	m3	36,24	9,89	358,46	2,00
4	Desalojo de material con cargadora y volqueta	m3	36,35	4,01	145,76	1,00
B	ESTRUCTURA					
5	Replanteo de hormigón simple	m3	3,26	116,28	378,84	1,00
6	Hormigón simple en plintos f'c= 210kg/cm2	m3	9,97	131,05	1.306,57	2,00
7	Cimientos de hormigón ciclópeo	m3	12,18	84,48	1.028,97	2,00
8	Hormigón simple en cadenas	m3	3,48	131,08	456,61	1,00
9	Encofrado Vertical para contrapiso	m2	5,72	17,50	100,10	2,00
10	Contrapiso de Hormigón simple premezclado f'c= 210 kg/cm2	m2	191,25	11,83	2.262,49	2,00
11	Encofrado de columnas de 30x30 con madera contrachapada	m3	8,38	57,18	479,17	3,00
12	Hormigón simple en columnas f'c=240 kg/cm2	m3	8,38	155,62	1.304,10	3,00
13	Encofrado de vigas de 30x20 con madera contrachapada	m3	6,39	59,54	380,46	3,00
14	Hormigón en vigas f'c=240 kg/cm2	m3	6,39	151,21	965,93	3,00
15	Hormigón simple en losas f'c=240 kg/cm2	m3	38,05	126,73	4.822,08	4,00
16	Encofrado Horizontal de losas	m2	267,69	3,82	1.023,38	4,00
17	Bloque de alivianamiento 20x40x15	u	1.668,00	0,73	1.215,14	4,00
18	Acero de refuerzo	kg	9.048,03	1,99	18.005,58	4,00
19	Malla Electrosoldada R126	m2	191,25	4,31	824,29	1,00
20	Gradas en firme	u	4,00	67,73	270,92	1,00
	ALBAÑILERIA					
20	Mampostería de bloque de 15 cm	m2	652,50	13,86	9.043,65	4,00
21	Enlucidos de filos y fajas	m2	31,83	2,97	94,54	1,00
22	Enlucido interior y exterior	m2	1.009,97	7,98	8.059,56	4,00
23	Enlucido Horizontal	m2	267,69	8,23	2.203,09	4,00
24	Masilado en losas de piso y entrepiso	m2	267,69	6,61	1.769,43	3,00
25	Masillado e impermeabilizado en losa de cubierta	m2	144,41	6,94	1.002,21	3,00
26	Ductos de iluminación y ventilación en PA	m	12,00	17,07	204,84	1,00
27	Bordillo para tineta h=10 cm.	m	5,00	10,16	50,80	2,00
28	Cerámica en pisos y gradas	m2	175,32	16,59	2.908,56	4,00

29	Cerámica en paredes (duchas h=1,80; zócalos en baños h=1,20); cocina h=30 cm. sobre mesón)	m2	67,08	17,28	1.159,14	4,00
31	Lavandería prefabricada de hormigón	u	4,00	84,13	336,52	1,00
D	PINTURA					
32	Rulato en tumbados	m2	229,08	3,94	902,58	2,00
33	Empastado y pintura de caucho en paredes interiores	m2	710,00	4,22	2.996,20	2,00
34	Grafiado en fachadas	m2	20,40	5,20	106,08	2,00
E	CARPINTERIA METALICA Y DE MADERA					
35	Estructura metálica y fibrolit en gradas	global	4,00	136,95	547,80	2,00
36	Piso flotante en dormitorios	m2	86,32	18,60	1.605,55	2,00
37	Puerta de entrada de madera (incluye cerraduras)	u	4,00	184,06	736,24	2,00
38	Puertas de dormitorio de madera (incluye cerradura)	u	12,00	155,24	1.862,88	2,00
39	Puertas de baños de madera (incluye cerradura)	u	8,00	155,24	1.241,92	2,00
40	Puerta de cocina de PVC (incluye vidrio y cerradura)	u	4,00	134,06	536,24	2,00
41	Ventanas de PVC (color blanco) y vidrios de 4 mm.	m2	61,28	48,13	2.949,41	1,00
42	Mueble bajo de cocina (incluye mesón)	m	18,12	253,15	4.587,08	2,00
43	Barrederas de madera	m	240,00	3,55	852,00	2,00
F	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
44	Tubería de PVC desagüe de 110 mm. (incluye accesorios)	m	66,00	6,07	400,62	2,00
45	Tubería de PVC desagüe de 50 mm. (incluye accesorios)	m	30,00	4,36	130,80	2,00
46	Punto de desagüe 110 mm	pto	16,00	18,24	291,84	2,00
47	Punto de desagüe 50 mm	pto	32,00	13,55	433,60	2,00
48	Sumideros y rejillas de piso de 50 mm.	u	24,00	6,10	146,40	2,00
49	Cajas de revisión interiores	u	8,00	83,95	671,60	2,00
50	Tubería de PVC 1/2" para agua fría (incluye accesorios)	m	108,00	3,04	328,32	2,00
51	Tubería de cobre de 1/2" para agua caliente (incluye accesorios)	m	52,00	6,51	338,52	2,00
52	Punto de agua fría	pto	48,00	10,63	510,24	2,00
53	Punto de agua caliente	pto	12,00	18,92	227,04	2,00
54	Llave de paso de 1/2"	u	20,00	17,82	356,40	2,00
G	APARATOS SANITARIOS					
55	Inodoro económico de tanque bajo, color blanco	u	8,00	86,22	689,76	2,00
56	Lavamanos económico, color blanco	u	8,00	50,28	402,24	2,00
57	Fregadero de cocina de acero inoxidable de pozo y falda corta	u	4,00	106,28	425,12	2,00
58	Ducha con mezcladora	u	4,00	36,00	144,00	2,00
59	Grifería con mezcladora para lavamanos	u	4,00	61,75	247,00	2,00
60	Llave para lavamanos	u	8,00	14,98	119,84	2,00
61	Llave de manguera	u	4,00	13,78	55,12	2,00
H	INSTACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS					
62	Puntos de iluminación	pto	56,00	17,21	963,76	1,00
63	Puntos de tomacorrientes de 110 V	pto	56,00	19,01	1.064,56	1,00
64	Puntos de tomacorrientes de 220 V	pto	8,00	27,91	223,28	1,00
65	Centro de carga de 4 disyuntores	u	4,00	61,74	246,96	1,00

66	Punto de timbre	u	4,00	22,51	90,04	1,00
67	Acometida desde el medidor hasta el centro de carga	m	72,00	5,84	420,48	1,00
68	Punto de TV	pto	4,00	20,51	82,04	1,00
69	Puntos telefónico	pto	4,00	20,51	82,04	1,00
I	FINALES					
70	Limpieza final y entrega	global	4,00	58,97	235,88	4,00

TOTAL=	91045,51
281,80	AREA
323,09	\$/M2

El costo de construcción para el bloque de viviendas analizado utilizando el método de construcción de pórticos de hormigón armado es de noventa y un mil cuarenta y cinco dólares con cincuenta y un centavos.

(Ver análisis de precios unitarios y presupuesto en anexo 6)

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES EN EL PRESUPUESTO PORTICOS DE HORMIGÓN ARMADO

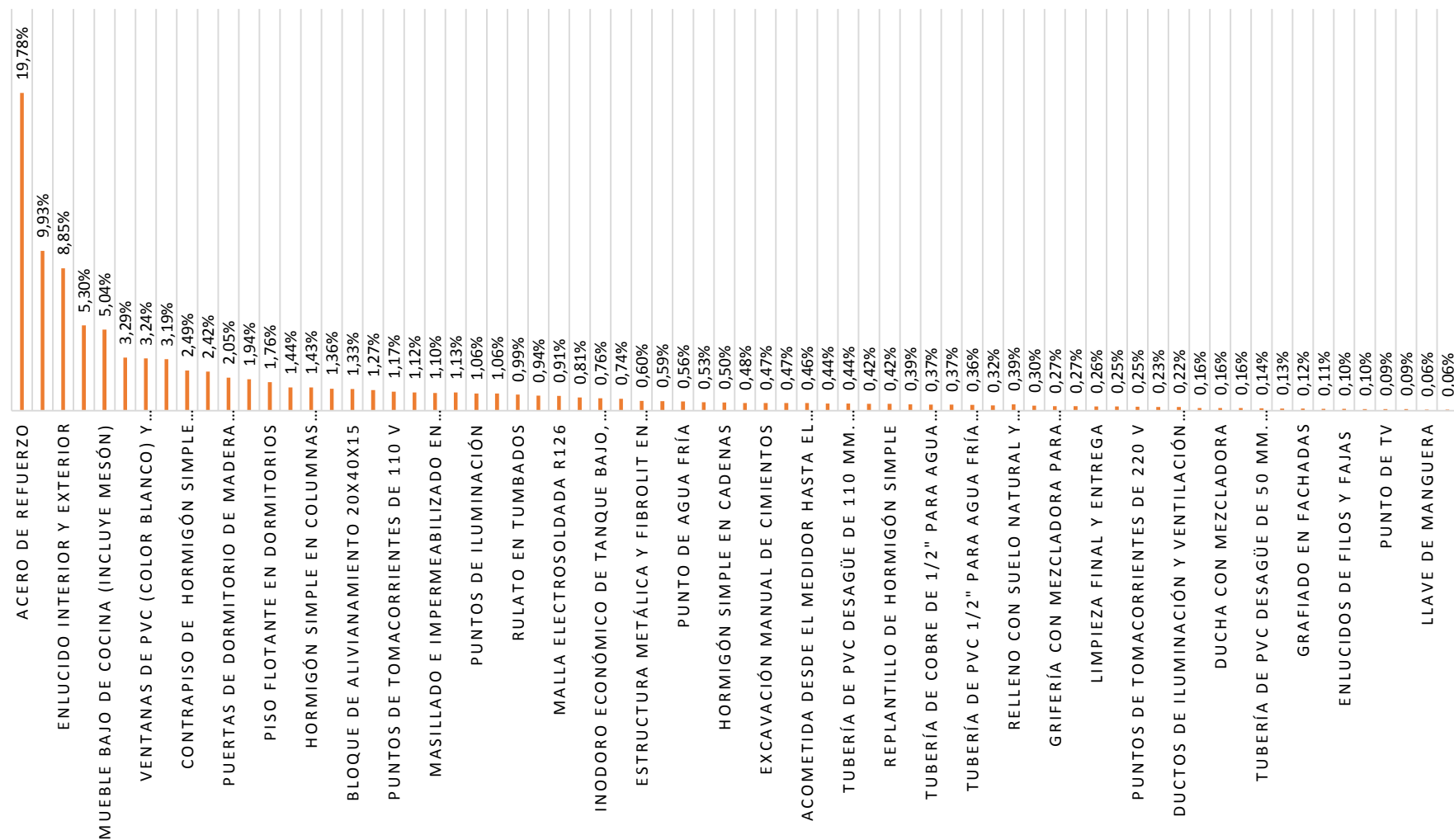


FIGURA 7: Gráfico de todos los rubros que componen el presupuesto de un bloque de 4 viviendas utilizando el método de construcción de Pórticos de Hormigón armado, en el que se muestra el aporte de cada rubro en porcentajes.

- **CAPITULO 4- Cronogramas de actividades**
 - **4.1 Concepto de Cronograma de Actividades en la Construcción y métodos para su desarrollo**

La definición de cronograma según el diccionario de la lengua española, es calendario de trabajo lo que quiere decir que es una herramienta para organizar una serie de actividades en el tiempo, con un orden y una duración determinada para cada una.

El cronograma de actividades se desarrolla dentro de la planificación de la obra, su correcto desarrollo es importante para fijar plazos, desembolsos y para el control de avance.

En el cronograma se establece el orden de ejecución de las actividades identificando cuales son las actividades precedentes, el tiempo asignado depende de los rendimientos medidos en proyectos previos, o son tomados de la literatura existente con tiempos estandarizados para cada medio.

Existen distintos tipos de cronogramas, el método de barras o “Diagrama de Gantt”, el método “PERT” y el método de la “Ruta Crítica”.

El cronograma utilizando el diagrama de “Gant” consiste en lo siguiente, “predeterminar las actividades principales, su duración y presentarlas en una escala de manera que cada actividad le corresponda un renglón en la lista en la que también se establece el orden de ejecución de las actividades, situándose la barra representativa de cada actividad a lo largo de una escala de tiempos efectivos” (Suarez, 2008)

El método “PERT” cuyas siglas en ingles significan técnica de revisión y evaluación de desarrollo propone un método de determinación de tiempos usando un tiempo pesimista, un tiempo más probable, y un tiempo optimista, posteriormente se realiza un cronograma de actividades asignando un tiempo determinado para cada una, y determinando que actividades preceden a las otras para tener un orden claro de trabajos.

El principio de la ruta crítica como en los otros métodos para realizar cronogramas es el mismo, se asigna un tiempo para cada actividad y se determinan sus actividades precedentes, con la diferencia que en este método se determina la secuencia principal de actividades llamada la ruta crítica, esto quiere decir que las actividades que forman parte de la ruta crítica son esenciales para cumplir con el cronograma propuesto, el tiempo de retraso en las actividades de la ruta crítica retrasan todo el cronograma en esa misma cantidad de tiempo.

A lo largo de la historia se ha visto como han avanzado y desarrollado nuevos métodos para hacer cronogramas de actividades, que como hemos mencionado en el campo de la construcción son de gran importancia, y se ha podido observar que junto con los avances en las técnicas de los cronogramas se ha logrado reducir tiempos significativamente, ya que gracias a estos podemos ser más eficientes en los trabajos, disponer de mejor manera los recursos y llevar un mejor control de los procesos.

De igual manera gracias a esta herramienta se puede tener un mejor control del inventario de materiales, y del rendimiento del personal.

En el libro de ingeniería de costos en la construcción de López de Ortigoza podemos ver un diagrama de flujo para poder desarrollar un cronograma de actividades para la construcción utilizando la Ruta crítica o el método Pert.

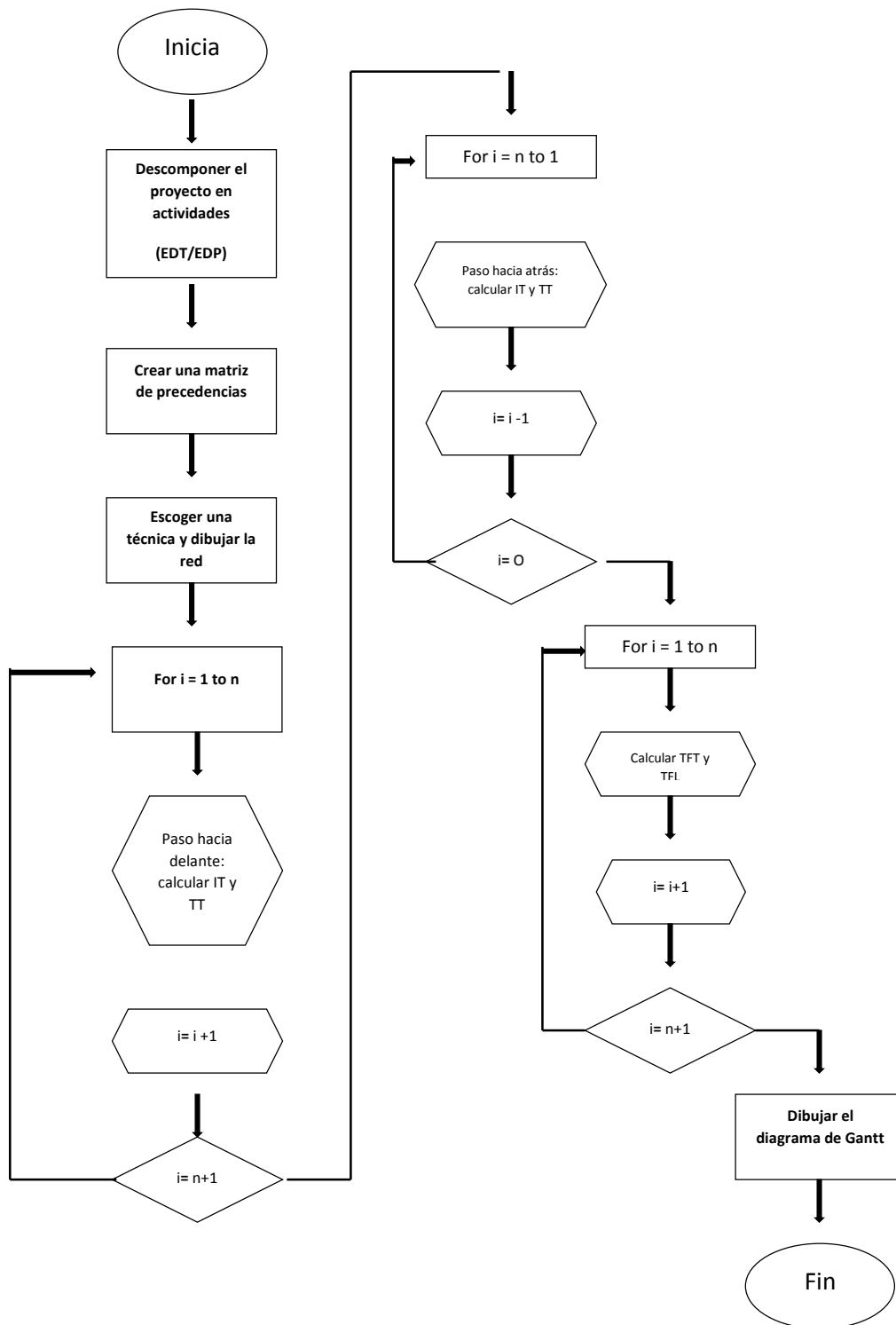


Figura 8: Diagrama explicativo para construir un cronograma utilizando el método de la ruta crítica, Tomado de López de Ortigoza, 2010.

Siguiendo las recomendaciones presentadas por el autor mencionado se desarrolló un cronograma para la construcción de 4 viviendas unifamiliares para la utilización de mampostería estructural, y un cronograma para la utilización de pórticos de hormigón armado.

Los pasos para poder armar un cronograma correctamente comienzan por descomponer las actividades de la obra, con lo que contamos gracias al presupuesto realizado previamente, posterior a esto se debe determinar qué actividades son precedentes, es decir que procesos tienen que haberse realizados antes de comenzar una actividad específica, así como que actividades se tienen que realizar simultáneamente, o cuánto tiempo es necesario esperar entre una actividad y otra. Se asignan los tiempos correspondientes de cada actividad y se procede a hacer la representación gráfica del cronograma, de la forma que sea más sencilla a la interpretación.

- **4.2 Desarrollo del cronograma de actividades para la construcción de un bloque de cuatro viviendas unifamiliares con el método de mampostería estructural**

El cronograma de actividades para el método de mampostería estructural, se desarrolla partiendo desde el presupuesto con el que trabajo la empresa constructora del conjunto habitacional, se utiliza los rendimientos que constan en el presupuesto y se coteja dicha información con la del libro de obras, donde se puede ver la secuencia de actividades, el tiempo que les tomo y con cuantas cuadrillas de personas contaban para cada bloque de viviendas, teniendo de esta manera información objetiva.

Aunque comúnmente el cronograma se realiza en la etapa de planificación, para este caso fue al contrario, teniendo los resultados y tiempos reales de construcción del proyecto finalizado se realizó el cronograma de actividades, lo que presenta una ventaja para la investigación por tener información fiable y apegada a realidad.

El orden de las actividades varía entre los dos sistemas, principalmente en las correspondientes a la estructura y la albañilería, donde se invierte la mayor cantidad de tiempo de la construcción de las viviendas.

Es importante mencionar que al igual que en el presupuesto, no se tomó en cuenta las obras de urbanización, o exteriores.

De acuerdo a los datos obtenidos del cronograma, el tiempo necesario para construir un bloque de 4 viviendas unifamiliares del proyecto analizado utilizando mampostería estructural reforzada es de 53 días laborables. (Ver cronograma en Anexo 7)

- **4.3 Desarrollo del cronograma de actividades para la construcción de un bloque de cuatro viviendas unifamiliares utilizando pórticos de hormigón armado.**

Para poder realizar el cronograma de actividades es muy importante tener un correcto análisis de precios unitario y presupuesto, tomamos en cuenta los rendimientos asignados para cada rubro y así determinar el tiempo teórico de cada actividad.

Tomando como guía documentos de la “CAMICON” se desarrolla el cronograma poniendo especial atención en los rubros que componen la estructura y albañilería que son los que difieren entre los dos métodos constructivos analizados.

Dentro de las actividades para la construcción de las unidades habitacionales utilizando el método de pórticos de hormigón armado tenemos en cuenta que su estructura demanda un mucho mayor tiempo y trabajo que en el otro sistema, los elementos estructurales como vigas, columnas y cimientos requieren un armado correcto del acero de refuerzo, y encofrado para posteriormente verter el hormigón.

Se debe tener una correcta secuencia de los rubros, con las consideraciones correspondientes después de la realización de actividades, como tiempo necesario entre una y otra para tener los resultados esperados.

De acuerdo a la planificación realizada la construcción de las unidades habitacionales tomadas como muestra para el estudio tomará un tiempo de 73 días laborables. (Ver cronograma en Anexo 8)

- **CAPITULO 5- Comparación de resultados de costo y tiempo**

- **5.1 Comparación de resultados de costo-presupuestos**

Las diferencias entre los dos sistemas constructivos se encuentran principalmente en los rubros correspondientes a la estructura y a la albañilería.

Dentro de la estructura las diferencias inician desde la cimentación, debido a que las cargas de los pórticos se transmiten al suelo de una manera puntual por las columnas se deben construir plintos, que a su vez demandan una mayor excavación, cantidad de hormigón y de acero, mientras que en la mampostería estructural son los muros, los que transmiten en un área más grande los esfuerzos al suelo necesitando de esta manera únicamente cadenas de hormigón armado debajo de los muros. Continuando con los elementos estructurales, los pórticos de hormigón armado se forman con vigas, columnas y losas que tienen su respectiva armadura de acero, un volumen significativo de hormigón y demandan un trabajo de encofrar y desencofrar dichos elementos, la mampostería estructural como su nombre lo indica se soporta sobre los muros de mampostería, que tienen un refuerzo horizontal de acero con mortero llamado cadenas cuya colocación es bastante sencilla entre filas de bloques, de igual manera en los cambios de dirección se coloca un refuerzo vertical de varillas de acero con una especie de lechada llamado grouting con el que se rellena el interior de los bloques, el armado de las losas se lo hace con una vigas prefabricadas de hormigón armado que reducen el trabajo notablemente.

En los trabajos de albañilería las diferencias entre los dos sistemas consisten principalmente en el enlucido de las paredes, los bloques de la mampostería estructural al estar expuestos a esfuerzos son de una composición menos porosa y debido a esto sus caras son más regulares y lisas, el terminado antes de pintar es más fácil de conseguir llamándose para este caso revocado, mientras que los bloques utilizados en el sistema de pórticos de hormigón armado comúnmente son artesanales, lo que conlleva un mayor trabajo para dar el termina deseado antes de pintar conocido como enlucido.

○ 5.2 Comparación de resultados de cronograma-tiempo

Las mismas actividades que requieren de más recursos generalmente son las que requieren más tiempo en su ejecución como el acero de refuerzo, el que lleva un mayor tiempo en el sistema de pórticos que en el de mampostería reforzada, lo que se debe tanto a su cantidad como al proceso en si del refuerzo, colocar la varilla de refuerzo en la mampostería estructural es una labor más sencilla que armar una viga o una columna, de la misma manera el armado de una losa tipo “Fert” lleva menos tiempo que armar y encofrar una losa tradicional con vigas fundidas en sitio, para comenzar con la mampostería para el sistema de pórticos de hormigón armado necesitamos haber fundido y desencofrado toda la estructura, lo que lleva tiempo, aunque el levantar la mampostería armada es un trabajo con una duración mayor que el de la mampostería del sistema de pórticos, otra de las actividades que marca una diferencia en el cronograma es la del enlucido de paredes frente al del revocado.

A continuación se muestra un cuadro con los rubros que difieren entre ambos sistemas constructivos para dos bloques de vivienda iguales con sus tiempos respectivos, cantidades y precios.

TABLA 7: Actividades necesarias para la construcción del bloque de viviendas analizado, mediante el método de mampostería estructural reforzada, que no intervienen cuando se utilizan pórticos de hormigón armado.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO DIAS	CUADRILLAS
A	OBRAS PRELIMINARES						
1	Conformación de plataformas (incluye excavación y/o relleno compactado)	m2	191,25	3,84	734,40	1	2
2	Excavación manual de cimientos	m3	11,11	6,64	73,77	2	2
B	ESTRUCTURA Y MAMPOSTERIA PORTANTE						
2	Hormigón simple en cadenas	m3	9,12	127,08	1.158,97	2	2
3	Armado completo losas	m2	274,81	27,12	7.452,85	4	4
4	Hormigón simple en losa de entrepiso	m3	11,50	125,84	1.447,15	1	3
5	Hormigón simple en losa de cubierta	m3	12,38	123,83	1.533,02	1	3
6	Mampostería estructural	m2	707,00	21,43	15.151,01	16	4
7	Acero de refuerzo	kg	2.495,00	1,99	4.965,05	19	2
8	Malla Electrosoldada R196	m2	191,25	4,98	952,43	0,25	2
9	Esclerillas 2ø de 6mm	m	682,50	1,72	1.173,90	2,5	4
10	Hormigon Grouting f'c= 120 kg/cm2	m3	4,31	98,45	424,32	0,2	4
	ALBAÑILERIA						
11	Revocado de paredes interiores	m2	777,92	5,17	4.021,85	16	2
12	Revocado de inferior de losas	m2	229,08	5,45	1.248,49	7	2
13	Microenlucido en fachadas	m2	232,05	10,00	2.320,50	7	2
TOTAL					42.657,71		

En la "Tabla 7" se presentan las actividades que difieren para la construcción de un mismo bloque de viviendas con la utilización de un método u otro, es decir han sido suprimidos aquellos rubros que se presentan en ambos sistemas, y cuya cantidad y costo es el mismo indiferentemente de si se ocupa un método constructivo u otro.

La tabla nos presenta un valor total en dólares para la ejecución de dichas actividades, el personal necesario para realizar cada una de ellas y el tiempo que les toma su ejecución.

TABLA 8: Actividades para la construcción del bloque de 4 viviendas utilizando pórticos de hormigón, dicha tabla contiene exclusivamente aquellas actividades que no forman parte de la construcción utilizando mampostería estructural reforzada

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO	TIEMPO	CUADRILLAS
			TOTAL	UNITARIO	TOTAL	DIAS	
A	OBRAS PRELIMINARES						
1	Excavación manual de cimientos	m3	64,20	6,64	426,29	4	2
2	Relleno con Suelo natural y compactado	m3	36,24	9,89	358,46	2	2,00
3	Desalojo de material con cargadora y volqueta	m3	36,35	4,01	145,76	0,5	1,00
B	ESTRUCTURA						
4	Replanteo de hormigón simple	m3	3,26	116,28	378,84	0,5	1,00
5	Hormigón simple en plintos f'c= 210kg/cm2	m3	9,97	131,05	1.306,57	1,5	2,00
6	Cimientos de hormigón ciclópeo	m3	12,18	84,48	1.028,97	1,5	2,00
7	Hormigón simple en cadenas	m3	3,48	131,08	456,61	1	2,00
8	Encofrado de columnas de 30x30 con madera contrachapada	m3	8,38	57,18	479,17	4	3,00
9	Hormigón simple en columnas f'c=240 kg/cm2	m3	8,38	155,62	1.304,10	2	3,00
10	Encofrado de vigas de 30x20 con madera contrachapada	m3	6,39	59,54	380,46	2	3,00
11	Hormigón en vigas f'c=240 kg/cm2	m3	6,39	151,21	965,93	2	3,00
12	Hormigón simple en losas f'c=240 kg/cm2	m3	38,05	126,73	4.822,08	2	4,00
13	Encofrado Horizontal de losas	m2	267,69	3,82	1.023,38	4	4,00
14	Bloque de alivianamiento 20x40x15	u	1.668,00	0,73	1.215,14	2	4,00
15	Acero de refuerzo	kg	9.048,03	1,99	18.005,58	24	4,00
	ALBAÑILERIA						
20	Mampostería de bloque de 15 cm	m2	652,50	13,86	9.043,65	12	4,00
21	Enlucidos de filos y fajas	m2	31,83	2,97	94,54	2	1,00
22	Enlucido interior y exterior	m2	1.009,97	7,98	8.059,56	23	4,00
23	Enlucido Horizontal	m2	267,69	8,23	2.203,09	8	4,00
TOTAL					51.698,18		

La “TABLA 8” corresponde a las actividades para la ejecución del bloque de viviendas analizado que se realizan exclusivamente si se utiliza el método constructivo de pórticos de hormigón o a su vez que se repite en el método de mampostería estructural pero por sus diferencias las cantidades o el precio varían. Se presenta un valor acumulado en dólares del costo de la ejecución de dichas actividades, el número de cuadrillas necesarias para llevarlas a cabo y el tiempo que les tomará. El tiempo y el personal no son

acumulativos porque existen actividades simultáneas a lo largo del proyecto así como un mismo trabajador será utilizado en más de una actividad en el desarrollo de la obra.

Los rubros presentados en las tablas anteriores son los que marcan la diferencia entre los dos sistemas, en estas actividades se encuentra tanto la diferencia en el tiempo de construcción como en los presupuestos.

Una vez comparados los presupuestos podemos determinar que la utilización del método constructivo de mampostería estructural reforzada produce un ahorro de 9.094,57 \$ (Nueve mil noventa y cuatro con cincuenta y siete) dólares americanos. Lo que para este caso son 32, 28 (Treinta y dos con veinte y ocho) dólares americanos.

La comparación de los dos cronogramas nos indica que la construcción del bloque de viviendas utilizando mampostería estructural reforzada tomaría 20 días laborables menos que hacerlo con pórticos de hormigón armado como tradicionalmente se lo hace en el país.

- **CAPITULO 6- Conclusiones y Recomendaciones**

- Mediante la investigación realizada se pudo determinar que el sistema de mampostería estructural reforzada es un método más eficiente que el de pórticos de hormigón armado en cuanto a costos, ya que para la construcción de un bloque de 4 viviendas de interés social, se produjo un ahorro de **9.094,57** dólares americanos lo que representa un **9,98 %**.
- En cuanto al tiempo de construcción, la utilización de mampostería estructural en dicho proyecto de vivienda social tomando una muestra de 4 casas reduce los tiempos de trabajo en 20 días laborables , que en porcentaje quiere decir un 27,4 %
- Se recomienda la utilización de mampostería estructural para vivienda social hasta dos niveles, contando con el asesoramiento técnico respectivo y proveedores de materiales responsables cuyo producto cumpla con las exigencias de la norma ecuatoriana de la construcción.
- Se comprobó la hipótesis planteada positivamente, la utilización de mampostería estructural representa un ahorro del 10% en costos y un 27 % en tiempo para la construcción de viviendas unifamiliares de interés social.

- **CAPITULO 7- Enlaces Externos**

- **7.1 Bibliografía**

Antonio, T. M. (2005). *Precios Unitarios*. Cunducán, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Lopez de Ortigosa, D. A. (2010). *Ingeniería de Costos en la Construcción*. México: Trillas.

Mattheiss, D.-I. J. (1980). *Hormigón armado armado aligerado pretensado*. Barcelona: Editorial Reverté.

Medina, E. (2008). *Construcción de estructuras de hormigón armado: edificación 2da edición*. Madrid: Delta Publicaciones.

miduvi. (s.f.). Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>

NEC14. (08 de 2014). *Habitat y vivienda Ecuador*. Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-MP.pdf>.

Suarez, C. (2005). *Costo y tiempo en edificación 3ra Edición*. Mexico: Limusa.

- **7.2 Anexos**

- **Anexo 1- Plano de Implantación del Proyecto de 156 Unidades Habitacionales “ Mirador de Santa Rosa”**
- **Anexo 2- Plano Arquitectónico de Bloque Tipo de 4 Unidades habitacionales a Analizarse**
- **Anexo 3- Plano Estructural de Bloque de viviendas para construcción con sistema de mampostería estructural**
- **Anexo 4- Plano Estructural de Bloque de viviendas para construcción con sistema de Pórticos de Hormigón Armado**
- **Anexo 5- Presupuesto y Análisis de Precios unitarios de Bloque de viviendas para construcción con sistema de Mampostería Estructural**
- **Anexo 6- Presupuesto y Análisis de Precios unitarios de Bloque de viviendas para construcción con sistema de Pórticos de Hormigón Armado**
- **Anexo 7- Cronograma de Actividades para construcción de Bloque de viviendas utilizando el sistema de Mampostería Estructural**
- **Anexo 8- Cronograma de Actividades para construcción de Bloque de viviendas utilizando el sistema de Pórticos de Hormigón Armado**